

УДК 629.114

*К.И. Городецкий, В.М. Шарипов, С.К. Муратова*  
*Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),*  
*г. Москва*

## РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ ГУСЕНИЧНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Исходная концепция создания гусеничного сельскохозяйственного трактора разрабатывалась в НАТИ под руководством его директора Н.А. Щельцына еще в 80-х годах. Суть концепции заключалась в применении треугольного гусеничного обвода для смещения центра масс вперед от середины опорной поверхности гусениц подобно тому, как это было реализовано на ряде серийных моделей промышленных тракторов компании Caterpillar (США).

Испытания первого макетного образца показали возможность существенного смещения вперед (до 200–300 мм) центра масс трактора. В дальнейшем при доработке конструкции ходовой системы трактора на опытном образце была реализована шестикатковая торсионная ходовая система с опущенным на грунт задним направляющим колесом и резиноармированная гусеница (РАГ) типа Bridge Stone (Япония).

РАГ имела поперечные почвозацепы и кинематическую связь с поднятой ведущей звездочкой в отличие от РАГ типа Mobil Trac (США), у которой передача крутящего момента осуществлялась за счет трения.

Одновременно необходимо было создавать современную трансмиссию с достаточно большим (не менее 12–16) числом передач и бесступенчатым механизмом поворота.

За истекшие 20 лет накоплен большой материал, который позволяет несколько переосмыслить ряд важных вопросов разработки гусеничного сельскохозяйственного трактора. Одновременно с этим происходило развитие зарубежного тракторостроения, достижения которого также нельзя не учитывать. Особенно необходимо обратить внимание на появление различного рода регуляторов навесной системы.

Вместе с тем, чтобы быть экономически оправданным, серийное изготовление тракторов должно носить крупномасштабный массовый характер с учетом производства всех модификаций комплектующих агрегатов и узлов.

Судя по объемам продаж в последние годы в РФ отечественных и зарубежных тракторов общего назначения мощностью от 200 кВт и более, их общая годовая потребность не превышает 1000 шт.

Если потребность мала, то целесообразно рассмотреть возможность глубокой унификации близких по мощности тракторов различных классов и назначений, допуская при этом даже отдельные неоптимальные решения. Применение гусеничных тракторов в течение полевого сезона невелико. Это ранний весенний и осенний периоды. Поэтому не вполне оптимальные характеристики нового гусеничного трактора не смогут сыграть заметную роль в общем балансе затрат.

К примеру, в сельском хозяйстве США до 70–80-х годов гусеничные тракторы практически не использовались. В основном применялись колесные тракторы широкой номенклатуры мощностей. В тех же регионах страны, где невозможно было обойтись без гусеничных тракторов, получили применение сельскохозяйственные модификации промышленных серийных машин. Данные модификации с индексом в названии AG имели самые необходимые узлы для агрегатирования с сельскохозяйственной техникой, в частности навесные системы с регуляторами для стыковки с ними, трансмиссии с большим набором скоростей и некоторые другие.

Некоторые агрегаты промышленных тракторов изымались из конструкций, например гидродинамические трансформаторы, землеройное оборудование и др.

Данная концепция просуществовала вплоть до появления в США тракторов с РАГ.

Кстати, для американской тракторной техники характерно сосуществование в производстве и на рынке многообразия различных конструкций, в частности коробок передач разных типов: диапазонных с переключением передач на ходу; с полным переключением всех передач; бесступенчатых двухпоточных с объемными гидropередачами и др., что, помимо прочего, позволяет надежно оценить целесообразность их применения.

К сожалению, у нас такой подход в прошлом отсутствовал, а вместо него процветало копирование и масштабное тиражирование сложных и дорогих коробок передач, например диапазонного типа, на тракторах К-700, Т-150, Т-150К. Пока осваивалось их производство, за рубежом появлялись еще более совершенные конструкции, поспевать за которыми экономика страны была не в состоянии. Так формировалось постоянное отставание технического уровня тракторной техники.

Возвращаясь к РАГ, следует отметить, что, несмотря на ряд очевидных достоинств, она обладает и некоторыми недостатками, а также рядом еще малоизученных свойств. К недостаткам следует отнести менее эффективные сцепные свойства, особенно на заснеженной дороге, по сравнению с металлической гусеницей. При этом неясно поведение резины с применяемыми у нас наполнителями в условиях низких температур северных районов. Неясны вопросы утилизации РАГ и пр.

Поэтому концепция разработки нового трактора должна быть сориентирована на применение как минимум двух унифицированных вариантов гусениц – металлической и РАГ, что вполне возможно.

Большое значение для формирования основных положений концепции имеет развитие в последние годы сельскохозяйственных машин, преимущественно плугов. Прогресс привел к применению высокопроизводительных полунавесных плугов, которые выполняются оборотными и имеют 12–14 и более корпусов. Они обладают очевидным потенциалом повышения производительности, навесоспособности и др., но они значительно сложнее и дороже. Требования, предъявляемые современными плугами к тракторам, разноплановы – от простейших сцепных плугов до сложных, требующих автоматических регуляторов.

Если считать, что каждый лемех плуга создает сопротивление около 6 кН, то общая потребная сила тяги трактора составит приблизительно от 70 до 90 кН при скорости движения 9–10 км/ч, для реализации чего с учетом нормального значения тягового КПД порядка 0,78 дизель должен развивать мощность около 280 кВт.

Максимальная же сила тяги трактора при скорости 4,5–5 км/ч, когда буксование движителя приближается к предельно допустимому, будет составлять примерно 140–180 кН,

а масса гусеничного трактора – до 22 т.

Концептуальная ориентация сельскохозяйственного трактора, как модификации гусеничных промышленных тракторов, может быть приложена ко всей гамме, производимой, например, Чебоксарским заводом «Промтрактор». Это может существенным образом облегчить и ускорить создание не одной модели, а семейства конструктивно подобных сельскохозяйственных тракторов разных классов.

Содержание рассматриваемой концепции неизбежно окажет плодотворное влияние на экономические показатели основного производства самих промышленных тракторов, позитивно повлияет на их эксплуатацию, ремонт, обучение водителей и др.

Рассмотренным вопросам сопутствует ряд других не менее важных, из которых целесообразно выделить такие, как выбор схемы и конструкции коробки передач, механизма бесступенчатого поворота и им подобные. Эти вопросы важны потому, что имеющаяся сегодня ориентация, в частности, на конструкцию коробки компании John Deere при всех ее достоинствах не в пол-

ной степени учитывает некоторые ее принципиальные недостатки. В данном случае речь идет о чрезмерно больших относительных скоростях вращения дисков в выключенных фрикционных муфтах и их большое количество, что приводит к снижению КПД коробки передач.

Целесообразность применения РАГ и металлической гусеницы напрямую связана с конструкцией коробки передач, так как в данных вариантах должна обеспечиваться разная максимальная транспортная скорость. Это может быть получено путем разработки в составе коробки передач унифицированной с транспортным диапазоном до 40 км/ч при применении РАГ и без него в случае использования металлической гусеницы до 15–18 км/ч.

Особое внимание должно быть уделено конструкции навесной системы. Современные навесные системы с регуляторами могут оказывать влияние не только на глубину пахоты, но и на общую компоновку тракторов, исключая необходимость применения треугольного гусеничного обвода или других нетрадиционных решений, что облегчает унификацию с серийными моделями промышленных тракторов.

УДК 629.113

*С.В. Горюнов, В.М. Шарипов*  
*Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ),*  
*г. Москва*

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

При открытом способе добычи полезных ископаемых широко используются карьерные автосамосвалы, долговечность шин которых существенно зависит от температуры их нагрева.

Эксплуатационные затраты на шины составляют 25–30 % и более от суммы расходов на транспортирование горной массы автосамосвалами. Поэтому увеличение пробега шин имеет важное значение для сокращения этих затрат.

Для современных бескамерных шин критической считается темпе-

ратура 120 °С. При более высоких температурах шина будет разрушаться вследствие снижения прочности корда и его связи с резиной, развития таких дефектов, как отслоения, вздутия протектора и расслоения каркаса [1]. Поэтому расчет и прогнозирование теплового состояния шин карьерных автосамосвалов являются необходимой и актуальной задачей.

Оценка теплового состояния пневматических шин карьерных автосамосвалов проводилось в условиях работы предприятия разрез

«Виноградовский» филиала ОАО «Кузбасская топливная компания». Анализ нагрева шин в процессе эксплуатации производился по 15 автосамосвалам модели БелАЗ-75131. Температурные измерения выполнялись с помощью портативного неконтактного термометра (пирометра) Raytek-МТ6. Результаты обработки экспериментальных исследований приведены на рис. 1.

Из проведенных исследований пневматических шин модели 33.00R51 следует, что наиболее интенсивный рост их температур